INSTRUMENTACION

2.3 ALTÍMETRO.

El altímetro muestra la altura a la cual está volando el avión. El hecho de que sea el único aparato que indica la altitud del aeroplano hace del altímetro unos de los instrumentos más importantes. Para interpretar su información, el piloto debe conocer sus principios de funcionamiento y el efecto de la presión atmosférica y la temperatura sobre este instrumento.

Fig.2.3.1 - Altímetro.

2.3.1 Principios de operación.

El altímetro es simplemente un barómetro aneroide que, a partir de las tomas estáticas, mide la presión atmosférica existente a la altura en que el avión se encuentra y presenta esta medición traducida en altitud, normalmente en pies. Su principio de operación se basa en una propiedad de la atmósfera vista en el capítulo 1, "la presión disminuye con la altura".

2.3.2 Construcción.

El altímetro consiste en una caja cilíndrica, dentro de la cual hay una o más cápsulas aneroides hechas con una fina capa de metal, por ejemplo cobre, a modo de membranas herméticas, y taradas con una presión estándar. Una toma conectada al sistema de estática permite la entrada de la presión atmosférica dentro de la caja, presión que aumenta o disminuye conforme el avión desciende o asciende respectivamente. Así pues, la diferencia de presión entre la caja y el interior de las cápsulas aneroides, provoca que estas últimas se dilaten o contraigan, movimiento que, adecuadamente calibrado, se transmite mecánicamente a un sistema de varillas y engranajes que hacen moverse las agujas del altímetro.

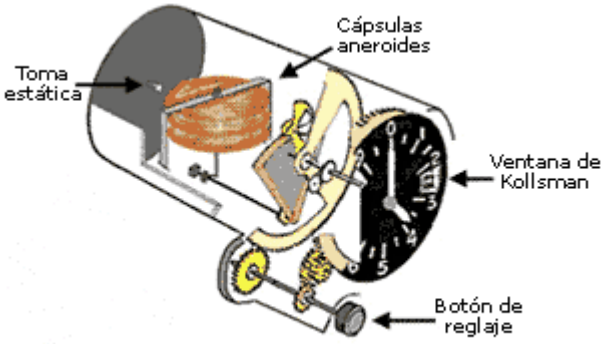

Fig.2.3.2 - Construcción del altímetro.

El frontal visible del altímetro consta de una esfera con un dial numerado, unas agujas indicadoras, y una ventanilla de calibración entre los números 2 y 3 (ventana de Kollsman) que se ajusta con un botón giratorio situado en el lateral.

Este tipo de altímetro sencillo es el modelo habitual en los aeroplanos ligeros, pero hay altímetros más precisos y sofisticados. Algunos presentan la información en forma digital; otros tienen un dispositivo que mediante procedimientos electrónicos codifica la altitud y la transmite a los radares de las estaciones en tierra (torres y centros de control); otros han sustituido el sistema de varillas y engranajes por dispositivos electrónicos; etc.

2.3.3 Lectura del altímetro.

Generalmente, el dial está graduado con números que van de 0 a 9 en el sentido de las agujas del reloj, con divisiones intermedias de 20 en 20 pies. Aunque su lectura no debería presentar ninguna dificultad, se debe prestar atención a la forma en que se muestra la altitud, debido a que puede hacerse mediante agujas (dos o tres), mediante contadores, o de forma mixta. Si el altímetro tiene dos agujas, que es lo habitual en aviones ligeros, la menor indica miles de pies y la mayor centenas de pies; una indicación en forma de cuña es visible a altitudes por debajo de 10000 pies e invisible por encima de esa altitud. Si tiene tres agujas, la más pequeña indica decenas de miles, la intermedia miles y la mayor centenas de pies. Si el altímetro presenta la altura solo mediante agujas indicadoras, se deben leer estas de menor a mayor tamaño, como un reloj.

Fig.2.3.3 - Lectura del altímetro de dos agujas.

2.3.4 Presiones referenciales.

Según hemos visto, el altímetro presenta en unidades de altitud los cambios de presión de la atmósfera real respecto a la presión según la atmósfera tipo con que están calibradas las cápsulas aneroides. Con esta premisa, este instrumento solo mostraría la altitud correcta si los valores atmosféricos coincidieran con los de la atmósfera tipo. Pero como es bastante improbable que las condiciones reales coincidan con las estandar, además de que estas condiciones cambian continuamente y son distintas de un lugar a otro, el altímetro sería poco fiable y el vuelo se haría arriesgado si no fuera por la posibilidad de ajustarlo y compensarlo para situaciones no estándar.

Este ajuste se hace mediante el botón de reglaje, que permite seleccionar una presión de referencia que se irá mostrando en la ventanilla de calibración a medida que se gira el botón. La escala mostrada en esta ventana puede estar graduada en milibares, en pulgadas de mercurio o ambas. Al seleccionar una presión de referencia, en realidad se está ajustando la marcación de las agujas a la dilatación que en ese momento tienen las cápsulas aneroides en condiciones de atmósfera real. Un simil: para que un reloj marque la hora correcta, primero hay que ponerlo en hora, es decir ajustar las manillas con la maquinaria que las mueve, en base a la hora real.

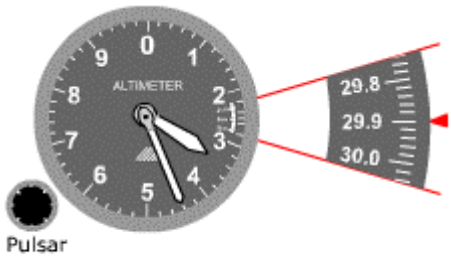

Fig.2.3.4 - Calaje del altímetro.

Y ahora una buena pregunta ¿como sabemos que presión de referencia seleccionar en el altímetro?.

La mayoría de los aeródromos y todas las estaciones de seguimiento en tierra disponen de aparatos que miden la presión atmosférica. Puesto que la altura de la estación es fija, aplicando una sencilla regla (la presión decrece 1" por cada 1000 pies o 110 milibares por cada 1000 metros) "deducen" la presión al nivel del mar; cuando un piloto establece contacto, se le comunica esta presión deducida.

Los distintos tipos de presión referencial que podemos colocar en la ventanilla del altímetro son:

QNH. Presión al nivel del mar deducida de la existente en el aeródromo, considerando la atmósfera con unas condiciones estándar, es decir sin tener en cuenta las desviaciones de la temperatura real con respecto a la estándar. Esta presión de referencia es la más utilizada por los pilotos (al menos en España) y normalmente las torres de control y las estaciones de seguimiento nos darán la presión QNH.
La utilidad de esta presión de referencia se debe a que en las cartas de navegación y de aproximación a los aeródromos, las altitudes (de tráfico, de circuito con fallo de radio, obstáculos, balizas, etc...) se indican respecto al nivel del mar. Con esta presión de referencia, al despegar o aterrizar el altímetro debería indicar la altitud real del aeródromo.

QNE. Presión estándar al nivel del mar. Por encima de una determinada altitud denominada de transición (normalmente 6000 pies) los reglamentos aéreos establecen que todos los aviones vuelen con la misma presión de referencia.
Esta presión, 29,92" o 1013 milibares, es la correspondiente a la atmósfera tipo al nivel del mar. De esta manera, cualquier cambio en las condiciones atmosféricas afectan por igual a todos los aviones, garantizando la altura de seguridad que los separa.

QFE. Presión atmosférica en un punto de la corteza terrestre. No utilizada en la práctica, al menos en España. Si calamos el altímetro con la presión QFE que nos dé un aeródromo, este marcará 0 al despegar o aterrizar en el mismo.

QFF. Presión al nivel del mar, deducida de forma similar a la QNH pero teniendo en cuenta los gradientes de presión y temperatura reales en vez de los de la atmósfera estándar. Prácticamente no se utiliza.

2.3.5 Calaje del altímetro.

Una vez calado el altímetro con el QNH al despegar de un aeródromo, es razonable pensar que las condiciones atmosféricas no cambiarán mucho en un determinado radio de vuelo, pero esto no garantiza nada y mucho menos a medida que nos alejamos del aeródromo. Por ello, es sensato mantener una altura suficiente que permita sortear los obstáculos en nuestra ruta con seguridad.

Este hecho es más relevante todavía si volamos de una zona de altas presiones o temperaturas a otra zona de bajas presiones o temperaturas. Se debe tener en cuenta que:

- Con una misma presión de referencia ajustada en el altímetro, al volar de un lugar cálido a otro más frío, en este último lugar el altímetro marcará una altitud mayor que la real de vuelo. El mismo efecto se produce al volar de una zona de altas presiones a otra de bajas presiones. Volar de un sitio frío a otro más cálido, o de una zona de bajas presiones a otra de altas presiones produce el efecto inverso.
- Con el altímetro calado a 29,92" o 1013 mb., si la presión real es baja el altímetro marcará más altura que la real, y si la presión es alta el altímetro marcará de menos.
- Con ese mismo calaje, si la temperatura es menor que la estándar el altímetro marcará más altura que la real y si la temperatura es mayor marcará menos.
- La regla nemotécnica a tener presente es muy sencilla: En una zona de baja o menor temperatura o presión volamos más bajo de lo indicado; en una de alta o mayor temperatura o presión volamos más alto.

BAJA / MENOR: volamos más bajo; ALTA / MAYOR: volamos más alto.

Por ejemplo, tal como muestra la fig.2.3.5, supongamos el altímetro calado en el despegue con un QNH de 30.22" que supone altas presiones en ese área. Se sube a una altitud de 3000 ft. y trás un tiempo de vuelo el avión se aproxima a un destino afectado por bajas presiones. Si el piloto no cambia el calaje del altímetro, este interpreta (como siempre) la presión más baja del lugar como mayor altitud y por tanto, señala una altura mayor (3000 ft.) que la real del avión sobre el nivel medio del mar (2000 ft.) lo cual puede comprometer el sortear obstáculos además de que puede resultar peligroso encontrarnos con otros aviones, o que otros aviones se encuentren con nosotros, a una altura inesperada debido a la distinta calibración de los altímetros. Recuerde el dicho: "Desde alto a bajo, mira debajo".

Fig.2.3.5 - Ajuste del altímetro a los cambios QNH en distintas áreas.

Para mayor seguridad en vuelo, a lo largo de una ruta se debe usar el ajuste de altímetro QNH que corresponda a la estación más cercana en un radio de 100 millas.

Cuando el altímetro está calado con QNH, en las comunicaciones con estaciones o torres de aeropuertos hablamos de altitudes de vuelo (4500 pies, 5000 pies, ...).

Existe una determinada altitud, denominada **altitud de transición**, que es actualmente de 6000 pies en todos los aeropuertos españoles excepto en Granada que es de 7000, por encima de la cual se debe calar el altímetro con QNE. Con esta presión de referencia en el altímetro se habla de niveles de vuelo. El nivel de vuelo es la altitud marcada por el altímetro sin las dos cifras finales (7500 pies = Nivel 75; 10000 pies = Nivel 100...).

La línea de 6000 pies llamada altitud de transición cuando se está en ascenso, se denomina **nivel de transición** en descenso. Por debajo del nivel de transición lo apropiado es ajustar el altímetro con el QNH.

Fig.2.3.6 - Altitud y Nivel de transición.

2.3.6 Tipos de altitud.

Debido al funcionamiento del altímetro y a las diferentes presiones de referencia que se pueden poner, se entiende por altitud a la distancia vertical existente entre el avión y un punto o nivel de referencia. Puesto que hay varios niveles de referencia también hay varios tipos de altitud. Las altitudes habitualmente definidas en los manuales son:

- Altitud indicada. Es la leída directamente del altímetro. Si está calado con el QNH, la altitud indicada será aproximadamente igual a la altitud del avión sobre el nivel medio del mar (MSL).
- Altitud verdadera. O altitud real, es la altitud real sobre el nivel del mar. La altitud de aeropuertos, montañas, obstáculos, etc.. en las cartas se dan en altitud verdadera.
- Altitud absoluta. Distancia vertical real entre el avión y la tierra.
- Altitud de presión. Altitud leída del altímetro calado con QNE.

- Altitud de densidad. Altitud de presión corregida con la desviación de temperatura no estándar. Conocer la altitud de densidad es necesario para determinar cuánta pista es necesaria para despegar y aterrizar, así como la velocidad de ascenso, sobre todo en días calurosos y húmedos en aeropuertos con una altitud considerable sobre el nivel medio del mar.
- Altitud determinada por radar. Los aviones comerciales están equipados con radioaltímetros que indican la altitud absoluta, la cual sirve a los pilotos para determinar la altitud de decisión en las fases finales de aproximación y aterrizaje, especialmente cuando el techo y la visibilidad son bajos.

Notas:

Cuando se vuela sobre terreno de altas montañas, ciertas condiciones atmosféricas pueden causar que el altímetro indique una altitud de hasta 1000 pies mayor que la realidad; en estos casos conviene ser generoso con los márgenes de seguridad que nos concedamos.

La contracción/expansión de las cápsulas aneroides sigue el ritmo del cambio de presión según la atmósfera tipo, por lo que ajustar el altímetro con una presión de referencia NO significa que este compense automáticamente las posibles irregularidades atmosféricas a cualquier altura, particularmente los cambios de temperatura no estándar.

Sumario.

- El altímetro es un barómetro que muestra los cambios de presión traducidos en altitud, normalmente pies.
- Su funcionamiento se basa en la propiedad de que la presión atmosférica es inversamente proporcional a la altura: "a mayor altura menor presión y viceversa"
- La presión recibida por el altímetro proviene de las tomas estáticas.
- Las cápsulas aneroides del altímetro se expanden/contraen en función de los cambios de presión, transmitiendo estos cambios a un sistema de varillas y engranajes que mueven los indicadores de altitud.
- La altitud se puede presentar de diversas maneras: agujas, digital, contadores, etc...
- En la ventanilla de Kollsman se muestra la presión de referencia seleccionada con el botón de ajuste, en pulgadas de mercurio, milibares, o ambas.
- Las presiones referenciales más utilizadas son: QNH y QNE.
- Hay varios tipos de altitud según la presión referencial utilizada: altitud indicada, altitud verdadera, altitud absoluta, altitud de presión, altitud de densidad, ... Las usadas normalmente son la altitud indicada y la altitud de presión.
- Cuando se vuela de una zona de alta presión o temperatura a otra zona de baja presión o temperatura, en esta última zona el avión vuela más bajo de lo que marca el altímetro. Recordar "de alto a bajo mira debajo".
- Si el vuelo es de una zona de baja a otra de alta, en esta última el avión está volando más alto de lo que indica el altímetro.
- La regla nemotécnica es: BAJA/MENOR: volamos más bajo; ALTA/MAYOR: volamos más alto.
- La altura de transición en la mayoría de los aeropuertos españoles es de 6000 pies.
- Por encima de la altitud de transición se ajusta el altímetro con QNE. Por debajo del nivel de transición se ajusta con el QNH.
- Con presión QNH en el altímetro se habla de altitudes de vuelo; con QNE se habla de niveles de vuelo.
- El calaje del altímetro no implica que este compense las irregularidades atmosféricas a cualquier nivel de vuelo.
- En las cercanías de los aeródromos, donde el tráfico se hace más intenso, el que todos los aviones vuelen con alturas referenciadas a la misma calibración del altímetro incrementa la seguridad aeronáutica.

© M.A.Muñoz Oct/2000